

Metrologia i normalització

Sitio: [Cursos IOC - Batxillerat](#)

Imprimido por: Invitado

Curso: Tecnologia industrial (autoformació IOC)

Día: lunes, 31 de enero de 2022, 01:09

Libro: Metrologia i normalització

Tabla de contenidos

- 1. Exactitud, precisió i apreciació**
- 2. Instruments de mesura**
- 3. Instruments de mesura de longitud**
- 4. Instruments de mesura angular**
- 5. Instruments de mesura per comparació i verificació**
- 6. Normalització**
- 7. Ajustatges i toleràncies**
- 8. Valor verdader d'una mesura. Errors**



1. Exactitud, precisió i apreciació

L'objectiu de la mesura és fer-la adequada a la necessitat tecnològica concreta. Si cal molta precisió cal un instrument precís, si no en cal tanta no s'utilitzarà un instrument de tanta precisió. No té sentit construir una peça d'una enorme precisió per una feina que no la requereix, ja que és malbaratar recursos i diners. Veiem alguns conceptes bàsics sobre mesures

- **Mesura:** és l'aproximació al valor real d'una distància, angle, etc.
- **Precisió:** és la capacitat que té un instrument de mesura de donar resultats molt pròxims a la mesura real.
- **Apreciació d'un instrument:** és la unitat de mesura o fracció més petita que es pot llegir amb un instrument de mesura.



2. Instruments de mesura

Classificació del instruments de mesura segons:	
Magnitud a mesurar	<ul style="list-style-type: none">- Longitud- Angle- Elèctriques (resistència, intensitat, tensió i potència)- Massa- Temps- Temperatura- etc.
Forma de mesura	<ul style="list-style-type: none">- Directa o indirecta- Comparada- Verificació

3. Instruments de mesura de longitud

Pren el valor de la mesura directament sobre l'element considerat. Tenen grau de precisió diferent segons el tipus d'aparell que es faci servir. Veiem alguns aparells de mesura directa.

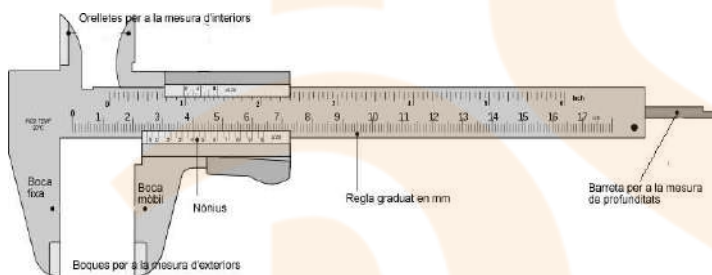
- Cinta mètrica

La cinta mètrica s'utilitza per a la mesura de distàncies. La seva construcció consta d'una fina làmina d'acer al crom serigrafia i cargolada dins una carcassa. Les més utilitzades són les de 2, 3, 5, 10 i 15 metres. Poden mesurar correctament els mil·límetres. Tenen una resistència a la tracció molt elevada de forma que la seva longitud no varia malgrat que se les sotmeti a tracció en el moment de la lectura.



Cinta mètrica

- Peu de rei



Peu de rei

Un **peu de rei** és un instrument de mesura usat, sobretot en mecànica i en la fabricació de tota mena d'objectes. Sol estar graduat en mil·límetres, i el seu rang típic és de 0 a 150 mm.

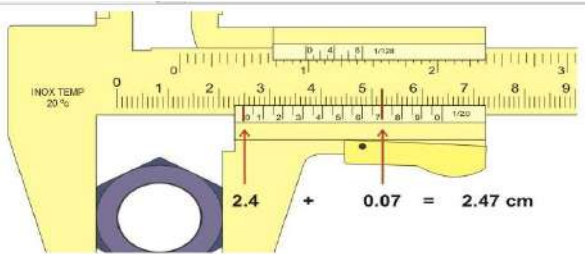
És un instrument que ens permet mesurar longituds amb precisió. Consta de dues parts. La primera és un regle graduat normalment dividit en mil·límetres. La segona part és un altre regle, anomenat nònius, que es desplaça per sobre del primer i està dividit en n parts de tal manera que la distància de 0 a n en la regle sigui la mateixa que la distància de 0 a $n+1$ en el regle graduat.

El peu de rei permet mesurar, per exemple, el diàmetre d'una barra, el gruix d'una placa, la fondària i diàmetre d'un forat, l'amplada d'una esclatxa, etcètera, amb una precisió típica de 0,05 mm (mitja dècima de mil·límetre, o cinc centèsimes).

Alguns peus de rei més precisos divideixen cada dècima en cinc parts, i per tant permeten mesurar amb una precisió o error de 0,02 mm (dues centèsimes de mil·límetre).

Si bé el peu de rei convencional és un aparell de mesura totalment manual i mecànic, també hi ha peus de rei digitals que, sense nònius, permeten llegir el valor de la mesura directament en una petita pantalla.

Exemple de lectura de peu de rei



Per llegir el nònius del peu de rei s'ha de buscar la coincidència entre les línies de l'escala superior i inferior. En aquest cas es produeix al valor 7 del nònius.

La mesura seria de 2,47 cm. El 2,4 es llegeix directament al regle fix, i el 0,07 que li sumem es llegeix sobre el nònius, buscant la línia de millor coincidència entre l'escala superior i la inferior.

- Micròmetre o Pàlmer

Sens dubte és uns dels instruments de mesura de distàncies més precis que hi ha, capaç de llegir fins a les centèsimes de mil·límetre amb més precisió. Actualment són digitals, antigament eren mecànics. Els micròmetres digitals poden arribar fins a les mil·lèsimes de mil·límetre.

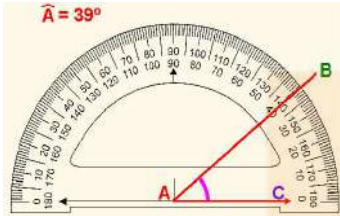


Micròmetre

4. Instruments de mesura angular

Transportador d'angles

Un transportador és un instrument de mesura d'angles en graus. Normalment conegut de l'alumnat com estri de dibuix. Mesura 180 graus amb una apreciació d'1 grau.



Transportador d'angles

Goniòmetre

El seu funcionament és molt similar al del peu de rei, però en aquests cas s'aplica a la mesura angles. Disposa d'un transportador i d'un nònius per mesurar les dècimes d'angle.



Goniòmetre de taller

5. Instruments de mesura per comparació i verificació

No a totes les mesures que es prenen cal conèixer el valor de la seva longitud, aquest es el cas de les mesures per comparació. No prenen la mesura directament sinó que la comparen amb un patró preestablert.

Galgues

Elements que es fan servir per a la verificació de peces, cotes o toleràncies. Són instruments de mesura per comparació però de valor fix. Es tracta d'una làmina metàl·lica amb un gruix d'un valor definit i totalment calibrat. Així hi ha galgues de 0,1 mm, 0,2 mm, etc. En un joc de galgues n'hi ha de molts gruixos diferents per comprovar diferents espais.



Galgues mesurant la separació

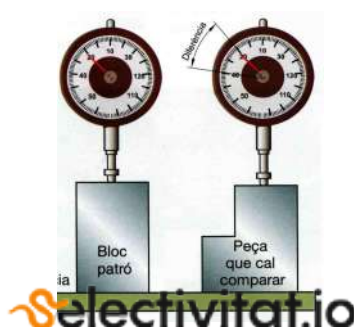
Comparadors



Comparadors analògic i digital

Un comparador permet saber quina diferència de mesura hi ha entre un patró, molt precís, i una peça real. D'aquesta forma es pot establir un criteri per saber si les peces fabricades són prou correctes o no.

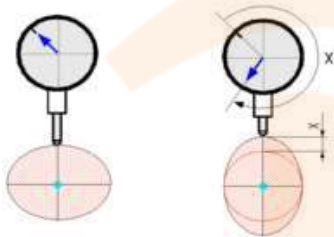
Es col·loca el comparador sobre un suport, es posa un bloc patró de mesura coneguda i precisa entre el palpador del comparador i la taula de mesura o marbre, es gira l'esfera que té el números fins situar-la en aquest cas fins al 20, normalment amb els blocs patrons es posa sempre a zero; finalment es van posant les peces fabricades una a una per saber la diferències amb la mesura real o correcte, en cas que passi d'un determinat valor de diferència cal rebutjar la peça fabricada.



*Comparador amb el patró per posar a zero
i amb una peça a mesurar.*

A més de mesurar per comparació, aquests aparells acompanyats dels suports adequats, es poden fer servir per comprovar altres mesures:

- El paral·lelisme entre dues cares d'una peça,
- La perpendicularitat d'una superfície amb respecte a un eix.
- L'excentricitat d'eixos



Diferents mesures fetes amb un comparador

6. Normalització

Són un conjunt de prescripcions tècniques d'obligat compliment, que especifiquen què s'ha de verificar en els processos industrials. Per exemple, l'aïllant elèctric d'un cable ha de suportar sense deteriorar-se una tensió de 15000 volts. Els vehicles actuals han de ser sotmesos a processos d'homologació que controlen la seva seguretat, altrament no poden circular pel país. Els avions han de passar unes determinades proves cada cert nombre d'enlairaments. I un llarg etcètera, ja que tots els articles que fem servir que han de passar controls de tota mena.

La **simbologia** permet representar la realitat d'una forma unificada i accessible. Per exemple, la simbologia elèctrica.

Tots els processos industrials tenen processos de verificació que necessiten de la simbologia, les eines i dels instruments de mesura.

Pel que fa als assajos i verificacions és necessari que tothom ho faci de la mateixa forma per tal que es puguin comparar els resultats obtinguts. La **normativa** UNE (Una Norma Española) s'encarrega al nostre país de detallar el procediment i instruments que calen en cada cas.

La **certificació** és l'acció que du a terme una entitat reconeguda com a entitat independent que comprova si una empresa o un procés fa les coses seguint les normes.

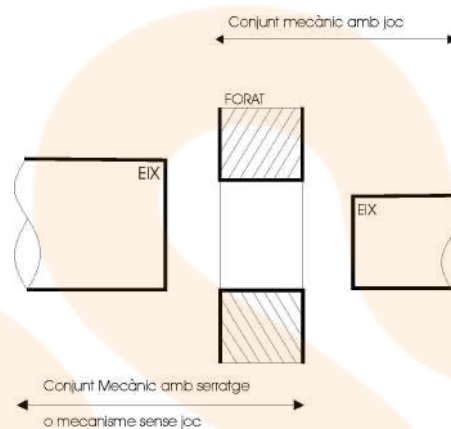
7. Ajustatges i toleràncies

Antigament les peces s'ajustaven una a una segons la seva necessitat de funcionament, això feia que cada conjunt fos únic, i a l'hora de reparar-lo calia construir la peça expressament perquè s'adaptés al conjunt. Això faria impossible el grau de desenvolupament industrial actual, ja que cada conjunt mecànic, elèctric o electrònic seria diferent dels demés i comportaria uns preus increïblement elevats.

Recordem que perquè un element mecànic funcioni correctament és necessari que els diferents mecanismes que el formen estiguin correctament acoblats entre ells.

Per exemple, quan un coixinet entra a pressió sobre el seu eix és necessari que el diàmetre interior del coixinet sigui lleugerament inferior al diàmetre de l'eix on ha d'anar, en aquest cas es produirà **serratge**.

Per aconseguir que un eix giri lliurement en un coixinet de lliscament, és necessari que el diàmetre de l'eix sigui lleugerament més petit que el diàmetre del forat del coixinet, en aquest cas hi haurà **joc**.



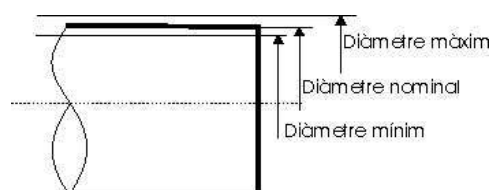
L'eix de l'esquerra ajusta amb serratge al forat i l'eix de la dreta amb joc

En mecànica un ajust té a veure amb la tolerància de fabricació pel que fa a les dimensions de les peces que s'han d'ajustar entre elles. L'ajust es realitza sempre entre un eix i un forat. Els ajustatges segueixen les normes ISO que regulen les toleràncies.

Toleràncies

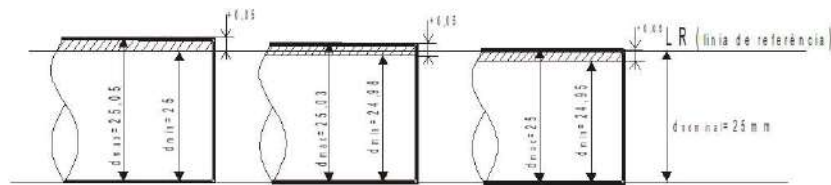
S'entén per **tolerància** l'error màxim admès en la fabricació d'una peça.

Per tant, la tolerància d'un eix fixa uns diàmetres màxim i mínim entre els que ha d'estar la peça mecanitzada perquè es consideri correcta. Tota peça que tingui el seu diàmetre fora d'aquest interval s'haurà de desestimar per incorrecta.



L'eix amb diàmetre màxim i mínim

La **posició** de la tolerància pot variar amb respecte la línia de referència i determina la característica de joc, serratge o lliscament que té el mecanisme.



Posició de la tolerància amb respecte a la línia de referència LR

En l'exemple de la figura, el diàmetre nominal és 25 mm i, segons la posició de la tolerància els diàmetres màxim i mínim varien. La línia de referència (LR) és imaginària i passa en el plànol de la peça per la cota nominal. Els valors de les **distàncies** situades per sobre de la línia de referència se'ls considera positius i els valors situats per sota negatius. Per explicar tots els conceptes lligats a les toleràncies d'aquesta unitat es farà servir un eix i el seu forat com a exemple. Ara bé cal tenir en compte que el concepte de tolerància és més ampli i està lligat a tots els processos constructius.

Per acotar un ajust mecànic en un plànol s'han de seguir les següents instruccions en el seu dibuix:

1. Quan s'acota el diàmetre d'un **eix** d'un sistema d'ajustatge, s'indica amb una **d** minúscula i el diàmetre del forat s'indica amb una **D** majúscula.
2. En l'eix i el forat es posa el mateix valor de diàmetre nominal.
3. En l'ajustatge es pot indicar el diàmetre màxim i el diàmetre mínim de l'eix o del forat.

Per exemple, es pot indicar: $D_{\text{màxim}} = 25,003\text{mm}$ i $D_{\text{mínim}} = 24,998\text{mm}$.

4. En l'ajustatge es pot indicar el diàmetre nominal, la tolerància i la posició de la tolerància.

Per exemple, $D = 25\text{ mm}$; Posició = -2 microns i Tolerància = 5 microns

5. En l'ajustatge es pot posar el valor del diàmetre nominal seguit de la tolerància per sobre i per sota de la línia de referència.

Per exemple, es pot posar: $D = 25 \begin{matrix} +0,003 \\ -0,002 \end{matrix} \text{ mm}$

Això significa:

Diàmetre màxim = 25,003 mm i el Diàmetre mínim = 24,998 mm

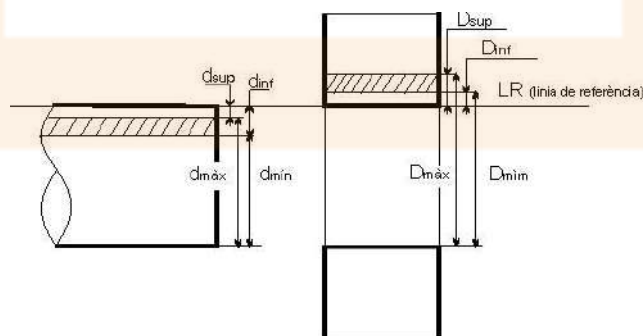
Ajustatge

Tots els conjunts mecànics que hagin de funcionar acoblats per a formar un mecanisme amb unes característiques de funcionament molt determinades, cal que ho facin amb un sistema d'ajustatge que és més o menys precís en funció del mecanisme.

El terme **ajustatge** és la denominació genèrica utilitzada per designar el conjunt de dues peces acoblades entre sí: una interior o eix i un altre exterior o forat amb **joc** o **serratge**.

Elements característics d'una tolerància

Les característiques que defineixen un sistema d'ajustatge són les següents:



Elements característics d'una tolerància

Mesura Nominal

És el valor que s'indica en el plànol per indicar la mesura determinada d'un eix, forat, alçada, amplada, etc., la qual s'expressa en mm. Normalment serà el diàmetre nominal (**D** o **d**), la majúscula per forat i la minúscula per l'eix.

Mesura efectiva

És la mesura real que tindrà la peça construïda. Totes elles tenen un diàmetre diferent, d'aquí la importància del sistema de toleràncies que faci efectiva la seva aplicació en un conjunt mecànic.

Línia de referència (LR)

És una línia que es col·locarà sobre la mesura nominal i servirà com **eix de coordenades** horitzontal per referir les distàncies verticals. Normalment, les mesures per sobre de l'eix es consideren **positives** i per sota de l'eix **negatives**.

Tolerància

És l'error de fabricació que s'admet en la construcció de tota peça mecànica. Es mesura en microns o mil·límetres **mm**.

- **t**: Tolerància

Recordem el canvi d'unitats entre el mil·límetre i la micra:

$$1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

$$1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$$

Desviació superior

És la distància entre la línia de referència i la part superior de la línia de tolerància. Es mesura en microns **mm** o en mil·límetres **mm**.

- D_s : Desviació superior del forat

- d_s : Desviació superior de l'eix

Desviació inferior

Distància entre la línia de referència i la part inferior de la tolerància. Es mesura en microns **mm** o en mil·límetres **mm**.

- D_{inf} : Desviació inferior del forat

- d_{inf} : Desviació inferior de l'eix

Diàmetre màxim

És el diàmetre més gran que pot tenir la peça. En el cas del forat serà $D_{m\grave{a}x}$ i en el cas de l'eix serà $d_{m\grave{a}x}$

Diàmetre mínim

És el diàmetre més petit que pot tenir la peça. En el cas del forat serà $D_{m\grave{i}n}$ i en el cas de l'eix serà $d_{m\grave{i}n}$.

Joc

És la folgança que pot haver-hi entre un eix i un forat.

Perquè hi hagi joc cal que el diàmetre màxim de l'eix sigui més petit que el diàmetre mínim del forat. Es mesura en microns **mm** o en mil·límetres **mm**.

Podrà produir-se entre l'aparellament d'eix i forat un joc màxim i un joc mínim, en els extrems de les toleràncies que donin un màxim i un mínim de separació entre eix i forat.

- $J_{M\grave{a}x}$: Joc màxim

- $J_{M\grave{i}n}$: Joc mínim

Serratge

És l'estrenyiment que pot haver-hi entre un eix i un forat.

Perquè hi hagi serratge cal que el diàmetre mínim de l'eix sigui més gran que el diàmetre màxim del forat. Es mesura en microns **mm** o en mil·límetres **mm**.

Podrà produir-se entre l'aparellament d'eix i forat un serratge màxim i un serratge mínim, en els extrems de les toleràncies que donin un màxim i un mínim de diferència entre eix i forat.

- $S_{M\grave{a}x}$: Serratge màxim
- $S_{M\grave{i}n}$: Serratge mínim

Exemple

Un diàmetre està indicat als plànols de la forma següent:

$$D = 80^{+0,030}_{-0,047} \text{ mm}$$

Determineu:

- Es tracta d'un eix o forat
- Diàmetre màxim
- diàmetre mínim
- Tolerància de fabricació

a) com s'indica amb una D majúscula es tractarà d'un forat.

- Diàmetre màxim

$$D_{m\grave{a}x} = 80 + 0,030 = 80,030 \text{ mm}$$

- diàmetre mínim

$$D_{m\grave{i}n} = 80 - 0,047 = 79,953 \text{ mm}$$

- Tolerància de fabricació

$$t = D_{m\grave{a}x} - D_{m\grave{i}n} = 80,030 - 79,953 = 0,077 \text{ mm} = 77 \mu\text{m}$$

8. Valor verdader d'una mesura. Errors

En tots els conjunts mecànics quan les peces estan acabades es tenen en compte els següents criteris:

Valor verdader d'una mesura. S'accepta com a valor verdader a la mitjana aritmètica dels valors reals de fabricació mesurats.

La fórmula del valor verdader serà:

$$\text{valor verdader: } \bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$$

\bar{x} = valor verdader d'una mesura

n = nombre de valors mesurats

Es consideren dos tipus d'errors comuns anomenats error absolut i error relatiu

Error absolut. És la diferència entre el valor mesurat i el nominal. Té les mateixes unitats que els valors que s'utilitzen.

La fórmula per calcular l'error absolut serà:

$$\text{Error absolut } ; E_a = X_i - X_o$$

E_a = Error absolut

X_i = cada un dels valors mesurats

X_o = valor que s'ha donat en el plànol o convencional

Error relatiu. És el quocient entre l'error absolut i el valor nominal. No té unitats, ja que és una relació, i es pot expressar també en forma de percentatge.

La fórmula per calcular l'error relatiu serà:

$$\text{Error relatiu } E_r = \frac{E_a}{X_o} \quad (\times 100)$$

E_r = Error relatiu

E_a = Error absolut

X_o = valor que s'ha donat en el plànol o convencional